

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1941

THÈSE

N° 180

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Jean PIOUS

Né le 2 septembre 1903, à Mesvres (Saône-et-Loire)

LE CHAMP VISUEL
DANS LES AMÉTROPIES
ÉTUDE THÉORIQUE, EXPÉRIMENTALE, ET CLINIQUE

Président : M. STROHL, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1941

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1941

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Jean PIOUS

Né le 2 septembre 1903, à Mesvres (Saône-et-Loire)

LE CHAMP VISUEL
DANS LES AMÉTROPIES
ÉTUDE THÉORIQUE, EXPÉRIMENTALE, ET CLINIQUE

Président : M. STROHL, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1941

I. — PROFESSEURS

Anatomie	MM.	ROUVIÈRE.
Physiologie.....		Léon BINET.
Physique médicale		STROHL.
Chimie médicale		POLONOVSKI.
Bactériologie		Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale		BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....		BAUDOUIN.
Pathologie médicale		PASTEUR - VALLERY - RADOT.
Pathologie chirurgicale		MONDOR.
Anatomie pathologique		LEROUX.
Histologie		CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale		TIFFENEAU.
Thérapeutique		AUBERTIN.
Hygiène et médecine préventive		TANON.
Médecine légale.....		BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....		LÉVY-VALENSI.
Pathologie expérimentale et comparée		Henri BENARD.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....		CHIRAY.
Clinique médicale.....	}	ABRAMI.
		FIESSINGER.
		LOEPER.
		RATHERY.
Hygiène et clinique de la première enfance		LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants.....		NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.		LAIGNEL-LAVASTINE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux		GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses		LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	}	CUNÉO.
		GOSSET.
		GRÉGOIRE.
		LENORMANT.
Clinique ophtalmologique		VELTER.
Clinique urologique		CHEVASSU.
		COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements		JEANNIN.
		LÉVY-SOLAL.
		MOCQUOT.
Clinique gynécologique		OMBRÉDANNE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie		HARVIER.
Clinique thérapeutique médicale		LEMAITRE.
Clinique oto-rhino-laryngologique		Pierre DUVAL.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....		M. VILLARET.
Clinique propédeutique.....		TROISIER.
Clinique de la Tuberculose		MATHIEU.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte		LAUBRY.
Clinique de neuro-chirurgie.....		Clovis VINCENT.
Assistance médico-sociale.....		N...
	}	HAZARD.
		MULON.
Professeurs sans chaire		OLIVIER.
		SANNIÉ.
		VERNE.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE Pathologie chirurgicale.
 BARIÉTY Pathologie médicale.
 BERNARD Étienne. Pathologie médicale.
 BESANÇON (Justin). Hydrologie.
 BONNET Bactériologie.
 BOULANGER ... Chimie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BROUET Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CACHERA Pathologie médicale.
 CORDIER Anatomie.
 COSTE Pathologie médicale.
 COUVELAIRE (Roger). Urologie.
 DELARUE..... Anatomie pathologique.
 DELAY..... Pathologie médicale.
 DESGREZ (H.) .. Physique.
 DESOILLE Médecine légale.
 DIGONNET Obstétrique.
 DOGNON Physique.
 FEVRE..... Pathologie chirurgicale.
 FUNCK-BRENTANO. Pathologie chirurgi-
 cale.
 GALLIARD Parasitologie.
 GARCIN Pathologie médicale.
 M^{lle} GAUTHIER-VILLARS. Anatomie pa-
 thologique.
 GAYET Physiologie.
 DE GENNES Pathologie médicale.

MM.

GIROUD..... Histologie.
 HAGUENAU Pathologie médicale.
 HALPHEN..... Oto-rhino-laryngologie
 JOANNON Hygiène.
 LACOMME Obstétrique.
 LANTUÉJOUL ... Obstétrique.
 LAVIER Parasitologie.
 LELONG Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimen-
 tale.
 LENÈGRE Pathologie médicale.
 M^{lle} J. LÉVY..... Pharmacologie.
 MARCHAL..... Pathologie médicale.
 MÉNÉGAUX Pathologie chirurgicale
 MOLLARET Pathologie médicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 PATEL..... Pathologie chirurgicale;
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgi-
 cale.
 RENARD Ophtalmologie.
 RICHET Physiologie.
 SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 SICARD Pathologie chirurgicale.
 SOULIE Pathologie médicale.
 SUREAU Obstétrique.
 TURPIN Pathologie médicale.
 WILMOTH..... Pathologie chirurgicale



III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE..... Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.
 GUÉNIOT Obstétrique.
 HEITZ-BOYER .. Pathologie chirurgicale.

MM.

LARDENNOIS... Pathologie chirurgicale
 LE LORIER..... Obstétrique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.
 VAUDESCAL Obstétrique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM.	
ALAJOUANINE..	} Clinique médicale.	PASSET	} Clinique chirurgicale
BRULÉ		BROCQ	
CATHALA.....		CADENAT	
CHABROL		GATELLIER	
CHEVALLIER ...		de GAUDART	
DONZELOT.....		d'ALLAINES...	
DUVOIR.....		LEVEUF	
GASTINEL		MOULONGUET ..	
HUGUENIN		MOURE	
LAROCHE (G.)..		QUENU	
LIAN			
MOREAU			
PIÉDELIÈVRE ..			
SÉZARY.....			
MM.			
ECALLE	} Clinique obstétricale.		
METZGER			
PORTES			
VIGNES.....			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Éducation physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

MEIS ET AMICIS

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE
MONSIEUR LE PROFESSEUR ANDRÉ STROHL

*Qui nous a fait l'honneur de nous
accueillir dans son laboratoire, nous
a donné le goût des applications mé-
dicales de la Physique et n'a pas cessé
de nous encourager dans ce travail.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUL PORTIER

Membre de l'Institut

*Qui nous a toujours témoigné le
plus bienveillant intérêt.*

*En reconnaissance et en remercie-
ment de tout ce qu'il a fait pour nous.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR ANDRÉ DARIAUX

Électro-Radiologiste des Hôpitaux

Hommage respectueux en remerciement de l'accueil qu'il nous réserve dans son service.

A MES MAÎTRES DANS LES HOPITAUX

MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GOSSET.

MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS RAMON.

MONSIEUR LE DOCTEUR BAUMGARTNER.

MONSIEUR LE PROFESSEUR NOBÉCOURT.

MONSIEUR LE PROFESSEUR TEISSIER (*in memoriam*)

MONSIEUR LE PROFESSEUR RAVAUD (*in memoriam*)

MONSIEUR LE PROFESSEUR TERRIEN (*in memoriam*)

MONSIEUR LE DOCTEUR LEVANT.

MONSIEUR LE PROFESSEUR GUILLAIN.

MONSIEUR LE PROFESSEUR CLAUDE.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEGUEU (*in memoriam*)

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMAITRE.

MONSIEUR LE DOCTEUR AUBOURG (*in memoriam*)

INTRODUCTION

Les plus récents travaux relatifs au champ visuel chez les différents amétropes semblent être ceux de FERREE et RAND (7 et 8). Ces auteurs, ayant mesuré la réfraction de l'œil humain, dans des directions très obliques par rapport à l'axe principal, à l'aide du réfractomètre parallactique Henker-Zeiss, confrontent ensuite les résultats du calcul avec ceux de l'expérience directe.

Beaucoup plus anciennement, HELMHOLTZ avait décrit une série d'expériences montrant que le champ visuel est vu rétréci vers les bords (10), mais il semble que son explication des faits se fonde sur toute autre considération que la différence de réfraction, ou amétropie relative, des bords par rapport au centre du système optique.

Indépendamment de toute hypothèse, on peut dire que le champ visuel est une question moitié géométrique, moitié physiologique. L'apparence expérimentale ou clinique du champ dépend de ces deux sortes de considérations.

En effet, l'œil se compose d'un système optique, formé par la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin

et le corps vitré ; et d'une membrane réceptrice, la rétine, elle-même en rapport avec le système nerveux central.

Le *champ du système optique* de l'œil constitue la part géométrique de la question. On peut le construire comme le champ de l'importe quel autre système optique, à l'aide des mêmes règles générales. On peut prévoir ses variations avec l'amétropie, pour autant que l'on connaisse la disposition relative et les ouvertures respectives des dioptries oculaires dans les différentes amétropies.

On peut ensuite se demander *dans quelle mesure le champ géométrique* ainsi construit se trouve *utilisé*. Car on imagine fort bien que le champ d'un objectif photographique soit inférieur ou supérieur à la surface de la plaque sensible. De même il faut rechercher si le champ du système optique de l'œil est supérieur ou inférieur à l'étendue de la rétine sensible qu'il rencontre.

Enfin des considérations d'ordre psychologique, qui ne sont qu'une variété des considérations précédentes, c'est-à-dire physiologiques, font (HELMHOLTZ, *loc. cit.*) que les images formées sur la périphérie rétinienne ne sont pas interprétées comme les images centrales, autrement dit ne sont pas projetées dans le monde extérieur de la même façon que les centrales.

Le plan du présent travail s'impose donc comme le suivant.

I. — On étudiera d'abord la construction du champ des systèmes optiques, et on l'appliquera à l'œil emmétrope et aux yeux amétropes.

II. — On considèrera ensuite la disposition relative de la rétine chez l'emmétrope et dans les différentes amétropies, pour essayer de prévoir si le champ purement géométrique est ou non entièrement utilisé dans tous les cas, autrement dit pour essayer de prévoir l'aspect clinique des champs dans les différents cas.

III. — On examinera ensuite la définition clinique du champ visuel, et les procédés pratiques pour le mesurer, ainsi que les meilleures façons de le représenter.

IV. — Enfin, en fournissant une série d'observations personnelles, on confrontera les résultats de l'expérience directe avec ceux de la théorie et de la littérature scientifique.

CHAPITRE PREMIER

DIAPHRAGMES, OUVERTURE ET CHAMP DES SYSTÈMES OPTIQUES EN GÉNÉRAL

DIAPHRAGMES. — Les diaphragmes d'un système centré sont constitués par les montures des lentilles et par les orifices circulaires centrés sur l'axe et percés dans des plaques métalliques, à l'effet d'arrêter les rayons lumineux nuisibles.

Un rayon utile doit traverser successivement tous les diaphragmes pour pouvoir émerger du système optique.

PUPILLE D'ENTRÉE. — Soit D un diaphragme circulaire quelconque placé dans le système optique formé des deux lentilles L_1, L_2 (fig. 1). Soit D'_0 l'image de D formée par toute la partie du système qui est à gauche de ce diaphragme, du côté d'où vient la lumière. Soit aussi D' , l'image de D formée par toute la partie du système qui est à droite de ce diaphragme du côté où va la lumière.

Soit A le point d'intersection de l'objet avec l'axe,

et A' le point d'intersection de l'image avec l'axe. Le cône du sommet A s'appuyant sur le contour ω a pour angle au sommet 2ω . Si 2ω est le plus petit des angles que l'on peut ainsi obtenir en considérant tous les diaphragmes du système, le contour D'_0 est dit *pupille d'entrée* ou *diaphragme d'ouverture à l'entrée*.

Le contour D'_s , qui est conjugué du précédent

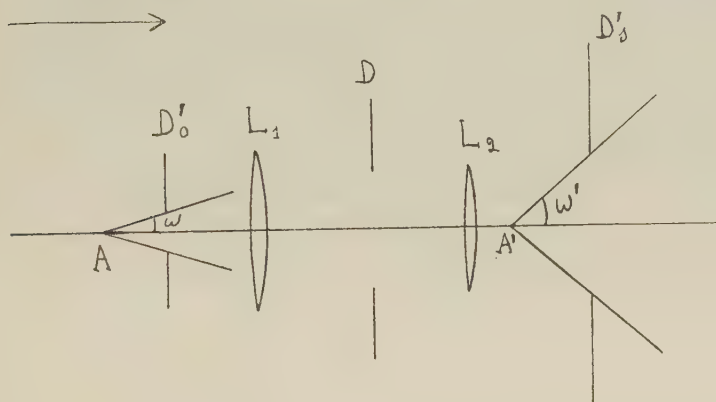


FIGURE 1.

puisque'ils sont l'un et l'autre des images du diaphragme D , est dit *pupille de sortie*. Elle limite l'ouverture $2\omega'$ des faisceaux émergents, on la nomme aussi quelquefois *diaphragme d'ouverture à la sortie*.

DIAPHRAGME DE CHAMP. — Soit (fig. 2); à l'intérieur du système, un diaphragme E , dont l'optique forme, respectivement à gauche et à droite du système, les images E'_0 et E'_s , telles que, des points A

et A' , leurs ouvertures respectives, soient vues sous des diamètres apparents supérieurs à 2ω et à $2\omega'$. On dit que E'_0 est le *diaphragme de champ*, ou *lucarne de champ à l'entrée*, et que E'_s est le *diaphragme de champ*, ou *lucarne de champ à la sortie*. Ces deux diaphragmes, tous deux images de E , sont conjugués entre eux.

Nous considérons désormais, à l'entrée et à la

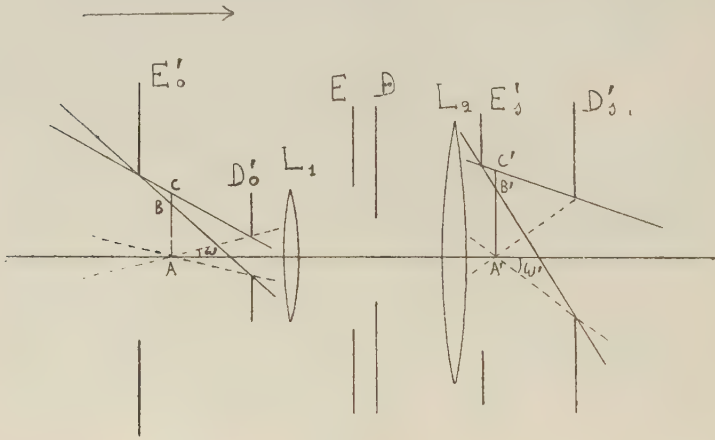


FIGURE 2.

sortie, un *diaphragme d'ouverture* et un *diaphragme de champ* (11).

CHAMP TOTAL ET CHAMP DE PLEINE LUMIÈRE. —

La figure 2 montre que le point B de l'objet ne peut envoyer à travers le système qu'un seul rayon, qui touche un bord de la pupille d'entrée et le bord opposé du diaphragme de champ à l'entrée. Ce rayon

est la limite du *champ total du côté de l'entrée* ; il lui correspond, du côté de la sortie, un rayon passant par B' et s'appuyant sur les bords opposés des diaphragmes d'ouverture et de champ à la sortie, et qui constitue la limite du *champ total du côté de la sortie*.

Au contraire, par le point C de l'objet, passe la droite s'appuyant sur les bords de même nom des diaphragmes d'ouverture et de champ à l'entrée. Cette droite marque la limite du *champ de pleine lumière à l'entrée*. Il lui correspond, à la sortie, une autre droite s'appuyant sur les bords correspondants des deux diaphragmes de sortie, et passant par le point C' de l'image. Cette droite sert de limite au *champ de pleine lumière à la sortie*.

Le champ total et le champ de pleine lumière apparaissent, soit comme des *surfaces* si on les considère au niveau d'un plan objet et de son plan image conjugué, soit comme des *angles solides* si on considère un faisceau de rayons incidents, et son faisceau conjugué de rayons émergents.

En tous cas, le champ total est toujours supérieur au champ de pleine lumière, l'excès du premier sur le second se nomme *champ de contour*.

La *propriété spécifique du champ de pleine lumière* est que l'éclairement d'un point image qui lui appartient du côté de la sortie est toujours proportionnel à la brillance du point objet conjugué qui lui correspond du côté de l'entrée.

Au contraire, pour les points images du champ

total, aucune loi simple ne donne la relation entre leurs éclairéments et les brillances des points objets correspondants. De façon générale, l'éclairement de l'image diminue plus ou moins vite à mesure que l'on s'approche des bords, de sorte que le champ de contour est inutilisable, en tout ou en partie, dans un grand nombre d'instruments (19).

CHAPITRE II

CHAMP DU SYSTÈME OPTIQUE DE L'ŒIL

Il est bien entendu que ce chapitre est exclusivement destiné au champ visuel optique, ou champ visuel du système optique de l'œil, et non pas à ce que l'on a nommé champ visuel sensible (5), ce dernier ne dépendant que de l'étendue sensible de la rétine. Quant au champ visuel clinique, il est encore une troisième chose, qui dépend des deux premières, ainsi que d'une série de contingences, qui seront examinées en leur lieu.

Théoriquement, il est extrêmement facile de construire ou de calculer le champ du système optique de l'œil, en se fondant sur les règles générales du chapitre I.

En effet, on n'est pas embarrassé par le choix des pupilles qui doivent servir à la construction, car il n'en existe, dans le cas de l'œil, que deux, nombre à la fois nécessaire et suffisant.

Le rôle de *diaphragme d'ouverture* à l'entrée appartient à la pupille d'entrée de l'œil, c'est-à-dire à

l'image de la pupille anatomique formée par l'humeur aqueuse et la cornée. Le rôle de *lucarne de champ* à l'entrée est jouée par le contour de la cornée.

On admet, sans erreur sensible, que les deux dioptries cornéens et l'humeur aqueuse peuvent être remplacés par un dioptre unique, occupant la place de la face antérieure de la cornée, et possédant un pouvoir de 45 dioptries (20).

Si l'on admet, d'autre part (19) et (6), que la pupille anatomique est située à 3 mm. 6 en arrière du sommet cornéen antérieur, on trouve par le calcul au moyen des relations classiques, que la *pupille d'entrée* est située environ à 0 mm. 5 en avant de la pupille anatomique, et grandie de la même quantité.

Malheureusement pour la simplicité des calculs, et fort heureusement pour la défense de l'œil, la grandeur de la pupille est sans cesse variable, et avec elle le champ optique. Il conviendrait donc de préciser la forme de cette fonction.

Malheureusement aussi, le *contour de la cornée* n'est pas une exacte circonférence, et la réfraction sur les bords dépend de l'épaisseur et du biseautage de la cornée.

D'après Pristley Smith, le diamètre de la cornée serait de 11 mm. 6 en moyenne. Mais, en réalité, la limite entre la cornée et la sclérotique n'est pas nette, les membranes étant séparées par une zone circulaire translucide, mais non transparente, le limbe cornéen. Dans le méridien vertical, les couches antérieures de la sclérotique empiètent plus large-

ment sur la cornée que dans le méridien horizontal.

Dans ces conditions, la cornée, vue en avant, n'apparaît pas sous la forme d'un disque, mais sous celle d'une ellipse à grand axe horizontal. Vue de l'arrière, la cornée aurait au contraire une forme à peu près circulaire.

D'ailleurs, aucune de ces propositions n'est absolument vraie. La statistique de FRIED (9), portant sur 10 940 globes, montre qu'il existe des *micro-cornées*, dont le diamètre maximum n'atteint pas 11 millimètres, et des *mégalo-cornées*, dont le plus grand diamètre atteint ou dépasse 15 millimètres. Dans 86 % des cas, le diamètre horizontal est plus grand que le vertical, la différence varie entre 0,2 et 2 millimètres, les différences les plus importantes s'observent dans les grandes cornées.

On est donc bien obligé, si l'on veut donner par le calcul une évaluation du champ optique, de faire un certain nombre d'hypothèses préliminaires. Il est entendu que les résultats du calcul ne vaudront ni mieux ni plus mal que ces hypothèses. Ces hypothèses sont les suivantes :

1^o Toutes les figures sont de révolution autour d'un axe antéro-postérieur.

2^o Les dioptries cornéens et l'humeur aqueuse sont remplacés par un dioptre *sphérique* unique, dont le rayon de courbure avoisine 0,0075 m., et dont les indices sont 1 et 1,337.

3^o La sclérotique est supposée sans épaisseur. L'ou-

verture sclérale dans laquelle s'enchâsse le dioptré cornéen est un cercle de rayon égal à 0,0058 m.

Deux procédés s'offrent dès lors à nous pour calculer le champ optique. Le premier est le procédé général décrit dans le chapitre I. Le second est un procédé particulier, commode dans le cas d'espèce.

Mais pour éliminer les erreurs provenant des hypothèses initiales, il serait meilleur de *mesurer* directement, sur un grand nombre d'yeux, le champ optique.

Nous allons examiner et critiquer, dans le présent chapitre, les deux procédés de calcul et les possibilités de mesure directe du champ optique.

PROCÉDÉ DE CALCUL CALQUÉ SUR LE PROCÉDÉ GÉNÉRAL. — Supposons que la pupille anatomique soit à 0,0036 m. du sommet antérieur de la cornée. On trouve, par les formules des dioptrés, que la pupille d'entrée est à 0,00307 m. du sommet antérieur de la cornée. De plus, si le diamètre de la pupille anatomique est 0,0039 m., le diamètre de la pupille d'entrée est 0,00443 m.

Cherchons à quelle distance du plan de la pupille d'entrée se trouve le *contour* cornéen, qui sert de *lucarne du champ*. La distance de ce contour au sommet antérieur de la cornée est évidemment égale à la hauteur de la calotte sphérique, de rayon égal à 0,0075 m., que l'on pourrait pousser dans un orifice circulaire de rayon égal à 0,0058 m.

La figure 3 montre tout de suite que le demi-dia-

mètre apparent ω du contour, vu du centre de courbure C de la cornée, est donné par la relation

$$\omega = \arcsin \frac{O}{R} = \arcsin 0.7714 = 50^{\circ}30'.$$

En nommant SL la distance du contour cornéen au sommet cornéen, on voit facilement que

$$SL = 0,0075 - (0,0075 \times \cos \omega) = 0,00273 \text{ m.}$$

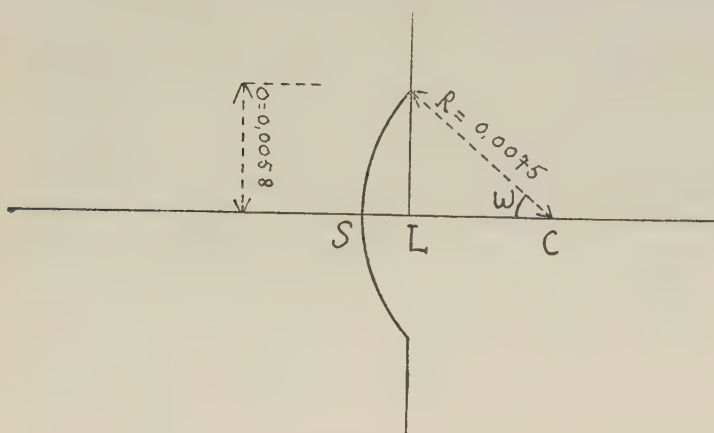


FIGURE 3.

Les abscisses relatives de la pupille d'entrée et de la lucarne de champ, en prenant comme origine le sommet S de la cornée, étant 0,00307 et 0,00273 m., on conclut que la lucarne de champ est à 0,00034 m., soit moins d'un demi-millimètre en avant de la pupille d'entrée.

Cette conclusion est contraire à l'expérience, car un observateur temporal, regardant l'œil d'un sujet à 90° environ de la direction du regard direct de

celui-ci, aperçoit les bords temporal et nasal de la pupille du sujet.

Est-ce le principe général du calcul qui est en défaut ? Évidemment non, car ce principe a été une fois pour toutes logiquement, géométriquement établi.

Est-ce l'application du principe général, c'est-à-dire le détail même du calcul, qui est en défaut ? Évidemment non, car ce détail est si simple qu'on n'aperçoit pas quelle prise il aurait pu donner à l'erreur.

Il faut en conclure que l'erreur réside dans les données même du problème, dans les nombres admis comme vrais et sur lesquels s'est exercé le calcul.

L'hypothèse d'une sclérotique infiniment mince n'est probablement pour rien dans la non conformité du calcul et de l'expérience, car elle est justifiée par l'existence réelle d'un biseau scléral venant enchâsser la cornée.

L'hypothèse sur le diamètre de l'ouverture sclérale ne semble pas non plus invraisemblable, si l'on considère que le nombre admis est une moyenne entre les nombres extrêmes constatés par les anatomistes.

L'hypothèse d'une cornée sphérique est beaucoup plus fâcheuse. L'abscisse de la pupille d'entrée par rapport au sommet a en effet été calculée en supposant la construction faite au moyen de rayons voisins de l'axe principal, et utilisant un dioptre de courbure égale à 1 : 0 m. 0075.

Quand l'observateur est latéral, c'est la périphérie cornéenne qui est utilisée pour la réfraction ; or, sa courbure est notablement différente de la courbure de la cornée paraxiale.

Les travaux d'ERIKSEN et SULZER (1) montrent que, si la courbure décroît d'abord à partir de l'axe principal, elle devient ensuite de plus en plus forte, au point que, à 50° temporal, l'image d'un rectangle blanc est plus étroite que l'image formée par la réflexion centrale de la cornée.

Ces travaux seraient d'ailleurs à reprendre, et, peut-être obtiendrait-on déjà quelques résultats au moyen d'un procédé employé par les anatomistes. Il consiste, après avoir fait un très fort agrandissement photographique d'une coupe non déformée de l'œil humain, à appliquer à ses différentes parties des calibres circulaires et pistolets variés, et à rechercher les coïncidences.

En un mot et pour tout dire, l'hypothèse anatomique qu'on a faite sur la cornée est trop grossière pour le calcul auquel on a confié les développements. De là résulte une *discordance, d'ailleurs légère*, entre le calcul et l'expérience. Nous allons maintenant essayer un autre procédé de calcul.

PROCÉDÉ UTILISANT LE FAIT QUE LE PLAN DE L'IRIS COUPE A PEU PRÈS EN DEUX LE SEGMENT QUI RÉUNIT LE PÔLE ANTÉRIEUR DE LA CORNÉE ET LE CENTRE DE COURBURE DE CELLE-CI (5). — La profondeur de la chambre antérieure étant environ 0,0036 m., on

peut admettre que le plan iris-pupille (fig. 4) est à mi-longueur de SC, rayon de courbure de la cornée passant par le pôle, et qui a 0,0075 m.

La cornée est, comme dans le calcul précédent, supposée sphérique et d'égale courbure dans toutes ses parties. Considérons la normale NI à cette cornée, à l'endroit du limbe. Cherchons quelle doit être l'incidence d'un rayon arrivant en I, pour que l'émergent soit parallèle au plan irien. Cet incident marquera évidemment la limite du champ optique.

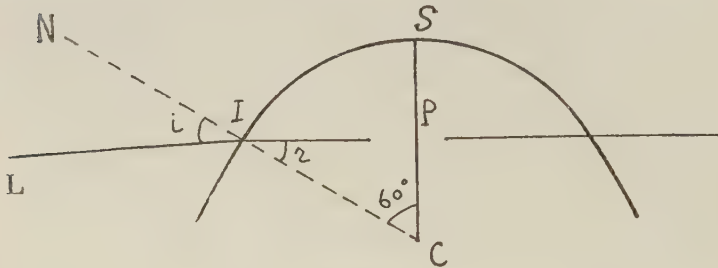


FIGURE 4.

L'angle r de l'émergent avec la normale est 30° , du fait que ce rayon est dans le plan de l'iris, qui coupe SC en son point milieu P, par convention. Car il en résulte que

$$r = \arcsin (R : 2) = 30^\circ.$$

L'angle i est donc

$$\begin{aligned} i &= \arcsin n \sin r = \arcsin 1,337 \times 0,5 \\ &= \arcsin 0,6685 \\ &= 42^\circ. \end{aligned}$$

La normale NI forme elle-même avec SC un angle

de 60° , car on a admis que P est milieu de SC, ce qui entraîne

$$SI = \text{arc cos } (R : 2) = 60^\circ.$$

Le rayon LI, limite du champ optique, forme donc avec SC un angle de $60 + 42 = 102^\circ$. L'étendue totale du champ optique d'un œil symétrique par rapport à l'axe de révolutions SC serait donc de 102° dans toutes les directions, de $102 \times 2 = 204^\circ$ sur toutes les coupes.

Ce résultat concorde avec l'expérience, de façon bien plus satisfaisante que le résultat du calcul selon la méthode générale, que nous avons précédemment donné.

Mais cette concordance est-elle méritée ? *L'hypothèse actuelle* suppose que le limbe est infiniment mince, et que l'iris s'insère au limbe.

La *vérité anatomique* est que le limbe présente une largeur d'environ un demi-millimètre, et que l'iris s'insère en arrière du limbe.

Notre actuelle convention est donc aussi contraire à la vérité anatomique que la convention précédente. Elle donne des résultats plus conformes à ceux de l'expérimentation directe : tant mieux.

On ne demande souvent pas davantage à une convention, même dans l'ordre des mathématiques, que de ne pas donner de résultats incompatibles entre eux, ou incompatibles avec les faits.

A ce titre, le mode de calcul qui vient d'être exposé mérite d'être conservé, pour démontrer la valeur

moyenne du champ optique de l'œil. Mais il est absolument incapable de montrer quelle est la variation de ce champ dans l'amétropie.

En effet, si l'amétropie est axile, les éléments du calcul, et par conséquent les résultats, sont les mêmes que chez l'emmétrope.

Dans l'amétropie de courbure, supposée liée aux variations de la courbure cornéenne, rien ne change dans le résultat du calcul, car celui-ci comporte précisément, dans tous les cas, une approximation situant la pupille au milieu du rayon axial SC, quelle que soit la valeur numérique de ce rayon.

Il faudrait, pour trouver un nombre différent de 204°, supposer un indice différent de 1,337 pour le dioptré cornéen. C'est la supposition la plus illogique qu'il soit permis de faire. En effet, même dans les amétropies d'indice, c'est l'indice moyen du cristallin qui varie.

En somme, le calcul du champ optique par la méthode générale donne un résultat qui s'écarte de l'expérimentation directe, mais qu'on pourrait perfectionner en améliorant les évaluations anatomiques qui lui servent de données.

Le calcul par le procédé particulier donne un résultat conforme, mais ne peut être d'aucun secours dans l'étude du champ des amétropies.

La *mesure directe* du champ optique reste alors le meilleur moyen d'étude. Elle ne semble pas avoir été jamais faite, chez l'homme tout au moins, encore que TSCHERNING l'ait conseillée et considérée

comme possible (6). Nous allons voir quels pourraient être ses procédés.

POSSIBILITÉS ET PROCÉDÉS DE MESURE DIRECTE DU CHAMP OPTIQUE. I. — Comme on l'a dit, une telle mesure ne semble pas avoir été faite chez l'homme. Il est évidemment impossible de lui appliquer le procédé si élégant employé par ROCHON-DUVIGNEAUD chez certains animaux, et qu'on ne résiste pas au plaisir de citer en cette place.

L'animal ayant été sacrifié, une coupe frontale de la tête est pratiquée en arrière des globes oculaires, dont on dénude les hémisphères postérieurs par une dissection soignée.

Dans ces conditions, une lumière promenade *en avant* des yeux produit une image sur le fond. En se plaçant dans de bonnes conditions, on peut observer cette image par transparence à travers la sclérotique. Les positions limites de cette image marquent les limites du champ optique, et si l'on y joint la connaissance de l'étendue sensible de la rétine, on s'instruit en même temps au sujet des limites du champ sensible.

C'est d'ailleurs ce dernier point de vue qui avait surtout intéressé M. ROCHON-DUVIGNEAUD. Le procédé lui avait permis, notamment, de montrer qu'il existe chez tous les vertébrés, même lorsque l'aspect de la disposition de leurs yeux suggère l'hypothèse contraire, une certaine partie de l'espace appartenant en commun au champ visuel de chacun des

deux yeux. Chez le cheval par exemple, une faible bande verticale et sagittale constitue le champ visuel binoculaire, suffisant pour provoquer les mouvements directionnels (14) et (15).

II. — Rien n'empêcherait de faire une telle section frontale sur la tête d'un sujet humain, mais seulement, en raison des règlements d'administration publique, 24 heures au minimum après la mort. Dans ces conditions, l'appareil optique est modifié par la déshydratation, et la transparence de la cornée est abolie. Il ne faut donc pas compter, chez l'homme, sur ce procédé, d'ailleurs moins précis que les suivants.

III. PROCÉDÉS UTILISANT LA VISÉE DU BORD PUPILLAIRE. — 1^o *Œil observateur nu*. Soit un sujet regardant horizontalement, juste en avant de lui. Un observateur temporal cherche à voir le bord nasal de la pupille apparente du sujet. En modifiant légèrement la direction d'observation, à droite et à gauche de la perpendiculaire cx au regard direct du sujet (fig. 5), on trouve une certaine position limite pour laquelle le bord nasal de la pupille du sujet est juste encore visible : cette position est la limite temporale du champ optique.

Les détails de l'expérience peuvent varier, de façon à lui donner plus ou moins de facilité et de précision.

La seule nécessité commune à ces différentes va-

riantes est l'emploi d'un arc périmétrique tel que ceux qui servent en clinique quotidienne, mais un peu modifié pour les besoins de la cause.

La longueur de ces arcs dépasse généralement 100° , elle est donc à peu près suffisante. Il serait

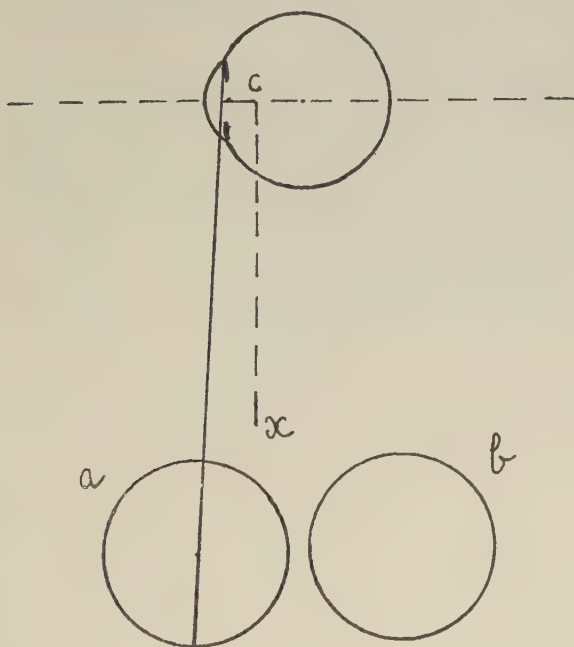


FIGURE 5.

facile, éventuellement, de prolonger l'arc par une lame métallique de même courbure, et dont la graduation, obligatoire, continuerait celle de l'arc.

La tête du sujet est ordinairement mal fixée dans les arcs ordinaires. Il serait bon d'y adjoindre au moins une plaque à dents.

Le point de fixation de l'arc ordinaire peut, avec avantage, être remplacé par une très petite source, placée à l'intérieur du petit arbre autour duquel tourne l'arc, et que l'on aura, à cet effet, évidé selon son axe. Une lampe d'uréthroscope, ou une petite lampe à bas voltage convenablement diaphragmée, fera l'affaire.

L'observateur déplace son œil le long de l'arc. Un aide lit la division en face de laquelle s'est arrêté l'œil observateur, au moment de la disparition du bord nasal de la pupille du sujet. La longueur du degré d'arc, sur les appareils courants, est d'environ 5 millimètres. On voit que ce procédé, en apparence grossier, peut déjà donner une certaine précision.

2^o *Usage d'un viseur formé de fils.* La précision sera meilleure si l'observateur fait usage d'un viseur, guidé sur l'arc périmétrique de façon telle que son axe reste constamment dirigé selon l'un des rayons du périmètre. On peut utiliser, par exemple (fig. 6), un viseur formé de deux disques de verre, l'un, barré d'un trait vertical fin et noir, l'autre plus loin de l'observateur, barré de deux lignes verticales fines et rouges, peu distantes l'une de l'autre.

Pour voir nettement et simultanément les trois traits, on les regarde à travers un trou sténopéique. Le réglage du dispositif, fait une fois pour toutes, consiste à amener le trait noir à bissecter l'espace entre les deux traits rouges. L'axe de l'appareil est

alors la droite passant par le trait noir et par le milieu de l'espace entre les traits rouges ; l'appareil doit enfin être guidé sur l'axe par une fourche telle que son axe reste toujours un des rayons de l'arc.

On fait mouvoir le viseur jusqu'à une position limite où le trait noir vient tangenter le bord nasal

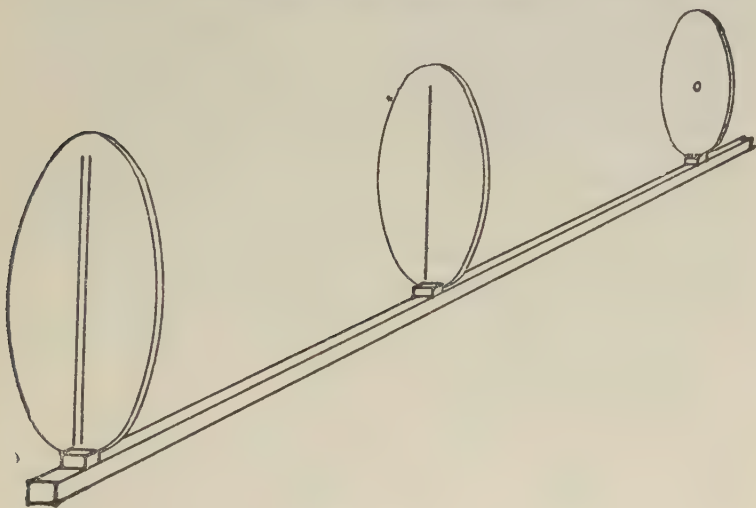


FIGURE 6.

de la pupille du sujet ; cette position limite marque le bord du champ optique.

3^o *Usage d'un viseur formé de lentilles.* Le précédent dispositif gaspille trop de lumière. Un meilleur viseur sera constitué par une petite lunette non afocale, et à oculaire positif. L'image est ainsi renversée, mais il aurait été impossible d'utiliser un oculaire formé d'une lentille divergente, qui n'aurait pas permis l'emploi d'un micromètre oculaire.

Nous avons, par exemple, constitué un viseur

approprié, à l'aide d'un tube de 13 centimètres de long. La lentille objective a pour puissance 1 : rayon du périmètre + 1 : 0 m. 10, soit 14 dioptries.

L'oculaire est une lentille convergente d'environ 3 centimètres de distance focale, montée séparément sur un court tube, qui la rend solidaire d'un fil fin vertical, tendu dans son plan focal. On enfonce plus ou moins le tube oculaire dans le tube porte-objectif, pour mettre exactement au point le bord pupillaire.

La lunette est guidée le long de l'arc du périmètre par une pièce qui maintient constamment son axe principal en coïncidence avec un rayon du périmètre. Un index, solidaire de la lunette, permet de lire ses déplacements sur la graduation.

On ne gagne pas grand'chose à chercher à corriger les aberrations de ce petit viseur : les images sont assez bonnes au centre.

Avec les constantes choisies pour la construction, le *grossissement* est d'environ 10 : 3, c'est-à-dire très convenable. Le *champ* est lui-même plus que suffisant.

Quant à la *clarté*, on sait qu'elle ne saurait être augmentée par un système optique, lorsque le diamètre apparent de l'objet n'est pas négligeable. Il faudra donc éclairer fortement l'œil du sujet, surtout si l'iris est de couleur foncée.

Cet éclairage détermine une *constriction pupillaire* qui change légèrement la valeur du champ optique à mesurer. Pour l'éviter, rien ne s'oppose à ce que l'on fasse les mesures chez des *sujets déjà atropinisés*, en vue d'une mesure de la réfraction statique ou

d'un examen du fond de l'œil. Comme la dilatation pupillaire est progressive, on peut même choisir, pour faire la mesure du champ, le moment où la pupille aura atteint tel diamètre apparent que l'on aura choisi une fois pour toutes, afin d'unifier les conditions de l'expérience.

Ajoutons que, de façon générale, tous ces procédés objectifs de mesure du champ optique par la visée du bord pupillaire ne sont commodes que du côté temporal de l'œil du sujet. Cela suffit, si l'on suppose l'appareil optique de l'œil de révolution par rapport à la ligne de fixation.

Si l'on voulait au contraire obtenir directement la mesure dans tous les azimuts, l'observateur serait contraint de prendre des positions inconfortables, par exemple pour le champ inférieur, mais surtout il serait obligé d'imposer au sujet des rotations de la tête dans le cas du champ nasal et du champ supérieur. Il faut en effet que la tête tourne autour de l'axe de visée de l'œil, qui ne cesse pas d'être dirigé vers le point de fixation, et cette rotation doit être suffisante pour éliminer l'obstacle anatomique constitué par l'arête du nez et par le rebord supérieur de l'orbite.

Le moins que l'on puisse dire de ces rotations, c'est qu'elles sont pénibles pour le sujet. Elles deviennent même inopérantes, quand le développement des obstacles anatomiques excède les limites dans lesquelles peut matériellement s'exercer la rotation compensatrice.

CHAPITRE III

CHAMP DE L'APPAREIL RÉCEPTEUR

I. — Le champ visuel optique a été, comme il se doit, défini au moyen des pupilles du système. *Le champ visuel de l'appareil récepteur est évidemment défini à l'aide d'une surface, qui est celle de la rétine sensible, et plus particulièrement au moyen du bord antérieur de cette surface, que l'on nomme ora serrata.*

L'ora serrata est la zone très étroite, on pourrait presque dire la ligne, qui sert de transition entre la rétine sensible et l'épithélium ciliaire, ce dernier étant encore appelé pars ciliaris rétinae.

Ce nom d'ora serrata vient de l'aspect dentelé que présente le bord antérieur de la rétine physiologique, formant une série de petites arcades à concavité antérieure, dont les pointes tendent à s'engager ou même s'engagent dans les vallées ciliaires.

Pour répondre aux besoins pratiques de la chirurgie, les opérateurs de décollement rétinien admettent une distance moyenne uniforme de 8 millimètres entre l'ora et le limbe cornéen, mais la physiologie, plus exigeante, doit pousser plus loin l'approximation.

Si l'on projetait géométriquement l'ora serrata au travers des tuniques de l'œil, on verrait une ligne grossièrement équidistante, mais non point exactement équidistante, par tous ses points, de la périphérie cornéenne. L'ora nasale est en effet plus près de la cornée que l'ora temporale : 6 mm. 5 contre 7 mm. 5 selon Félix TERRIEN (17). En rapportant les distances de l'ora, non plus au bord cornéen, mais à l'insertion de l'iris, plus postérieure, on obtient 5 mm. 9 du côté nasal contre 6 mm. 7 du côté temporal, selon ROCHON-DUVIGNEAUD (13).

A mesure que l'on se rapproche de l'ora serrata, la structure de la rétine se modifie. La proportion des cônes aux bâtonnets, que Max SCHULTZE (16) a montré être à peu près constante depuis une distance de 4 millimètres à partir de la fovea jusqu'aux extrémités de la rétine (1 pour 20), s'élève brusquement, du fait de la diminution dans le nombre des bâtonnets. Les bâtonnets restants sont plus courts, les cônes plus courts et plus épais.

Le nombre des cellules sensorielles par unité de surface est diminué, et les fibres nerveuses ne forment plus qu'une couche mince et lacunaire. La rétine s'amincit subitement jusqu'à 0 mm. 1 et cela est dû principalement à la cessation brusque de la couche des cellules bipolaires, qui se fusionne avec les corps de cellules visuelles. A toute l'épaisseur ainsi réduite de la rétine sensible fait suite la couche unique de l'épithélium ciliaire.

La sensation lumineuse cesse avec la dernière cel-

lule visuelle. Si l'on confronte, avec DRUAULT (4), les nombres fixant la position de l'ora serrata nasale et temporale avec la position des images fournies par les limites extrêmes du champ optique, on constate qu'il existe en avant toute une portion de rétine inutilisée. La largeur de cette rétine peut être de 2 mm. 5 du côté nasal et de 3 mm. 5 du côté temporal.

Autrement dit, *le champ sensible excède le champ optique*, c'est aussi ce que montre l'expérience.

II. — On a vu (chapitre II) que le champ visuel optique, déterminé par le calcul chez un œil supposé de révolution, avec une pupille à mi-distance du sommet et du centre de courbure de la cornée, était de 102°.

Convenons de nommer champ sensible toute la portion de l'espace dans laquelle un objet peut être perçu, moyennant une brillance suffisante.

L'industrie actuelle rend l'expérience facile. Nous prendrons un périmètre ordinaire, mais nous choisirons pour index l'une de ces ampoules électriques dont le filament, tout en restant assez ramassé pour que la mesure conserve la précision nécessaire, puisse être amené à une brillance élevée (500 stilbs, ou même 1.000 stilbs et au delà pour les rubans de tungstène).

On trouve ainsi que le champ sensible excède largement 102° : il atteint 125° temporalement et 115° nasalement. L'explication anatomique a été donnée plus haut : il existe une bande de rétine en-

core sensible en avant des limites du champ optique calculé, dans l'espace image.

Quant à l'explication physique de ce paradoxe, on la trouve dans les phénomènes de *diffusion* de la lumière.

Si la cornée n'avait pas d'épaisseur, et se raccordait brusquement à une sclérotique également sans épaisseur, il n'y aurait guère de diffusion possible.

Mais la cornée et la sclérotique ont en réalité une épaisseur et se raccordent par des biseaux. Il en résulte qu'à la *transparence de la cornée* fait suite la *translucidité du limbe*.

Autrement dit, la lumière transmise par le limbe ne l'est pas régulièrement, comme le voudraient les lois de la réfraction, mais *le limbe éclairé devient lui-même source secondaire*, susceptible d'envoyer des rayons dans toutes les directions.

Il est à peu près certain que l'impression de la bande rétinienne inutilisable est due à certains de ces rayons, transmis par le cristallin. Nous avons bien dit transmis par le cristallin, et non pas réfractés par le cristallin, car celui-ci peut lui-même transmettre de façon régulière, ou diffuser.

On sait combien les phénomènes de diffusion sont fréquents, et gênants, dans les systèmes optiques en apparence les plus parfaits et les plus simples ; par exemple une face de prisme à réflexion totale. Dans tous les instruments comportant des lentilles, il existe une certaine diffusion sur chaque surface, quel que soit le soin avec lequel elle a été taillée.

A fortiori, les diffusions doivent être faciles et nombreuses dans le *cristallin*, formé d'un grand nombre de couches imbriquées en manière de bulbe d'oignon, et même lorsque cet organe n'est encore atteint d'aucune sclérose pathologique.

Pour conclure ce chapitre, nous dirons que, si la diffusion au niveau du limbe cornéen est susceptible d'envoyer dans l'œil de la lumière au delà des limites du champ optique calculé, il n'est pas excessif de faire *intervenir aussi la diffusion cristallinienne*. Quasi nulle, s'il s'agit d'une source de brillance usuelle, la diffusion cristallinienne peut prendre, avec des sources très brillantes, une importance telle que de la lumière soit envoyée au delà même des limites de la rétine physiologique.

CHAPITRE IV

CHAMP VISUEL CLINIQUE

I. — On peut dire que le champ sensible, qui fait l'objet du chapitre précédent, est un champ absolu. Il correspond en effet à la partie de l'espace dans laquelle reste possible une perception lumineuse, pour les conditions du maximum maximorum, à savoir : brillance de l'index dépassant de beaucoup les brillances usuelles, intervention corrélative des phénomènes de diffusion par le limbe cornéen et par le cristallin.

Ces conditions sont rarement réalisées dans la vie habituelle. Le champ clinique, qui correspond à cette dernière, est un *champ relatif*. Encore existe-t-il deux façons de le concevoir.

Le premier mode de recherche du champ clinique consiste à étudier seulement ses limites périphériques et son scotome papillaire, dans des conditions qui, tout en le rendant maximum, ne sont pas exceptionnelles dans la vie de tous les jours. Cette étude est généralement limitée à la lumière blanche.

Le second mode de recherche du champ clinique consiste à étudier non seulement les limites périphé-

riques, mais la distribution à l'intérieur du champ de toutes les variétés de perceptions visuelles : sens lumineux brut, sens différentiel, sens des formes, et cela pour le blanc et les couleurs, et en fonction de toutes les brillances qu'on peut donner à l'index, et de tous les contrastes possibles entre l'index et le fond.

Le premier mode ne réclame qu'une instrumentation simple et fournit, s'il est pratiqué avec soin, un excellent dégrossissage pour les examens d'aptitude à différentes fonctions, ainsi que pour le diagnostic de nombre d'affections du tractus visuel, depuis la rétine jusqu'au centre occipital.

Le second mode réclame une instrumentation plus compliquée, un temps indéfiniment long, mais fournit des indications très délicates — trop délicates souvent — pour le diagnostic de début des affections de l'appareil visuel, et notamment des voies optiques et des tumeurs cérébrales.

Nous examinerons successivement les deux modes, que nous dénommerons : champ visuel clinique commun, champ visuel clinique approfondi.

II. CHAMP VISUEL CLINIQUE COMMUN. — Le terme commun signifie que l'on se place dans des conditions simples, mais non point dans des conditions indéterminées. Elles doivent être au contraire parfaitement déterminées, sous peine d'obtenir des résultats sans valeur.

a) On ne fait pas l'étude des champs colorés, en

raison de ses inextricables difficultés. Il faudrait d'abord que chaque couleur fût bien définie par sa longueur d'onde et par sa saturation, ce qui ne va pas sans complications instrumentales. Il est parfaitement illusoire d'employer des morceaux de papier colorés, qui diffèrent d'une clinique à l'autre par leur longueur d'onde, leur saturation, leur albedo.

A supposer que les couleurs types et leurs saturations soient bien définies, on obtient des résultats différents selon que les couleurs sont prises, comme le faisait CHARPENTIER, à l'état d'égaux multiples de leurs seuils respectifs ; ou à l'état de brillances égales, ce qui suppose résolue la photométrie hétérochrome ; ou à l'état d'énergie égale, ce qui suppose l'emploi d'un totalisateur tel qu'une pile thermo-électrique, d'un emploi très délicat. L'étendue des champs colorés et jusqu'à leur ordre de succession, sont différents selon chacune de ces trois méthodes.

b) Le champ visuel pour la lumière blanche, que nous retiendrons seul pour le moment, dépend des variables suivantes : état d'adaptation préalable, étendue de l'index, brillance de l'index, contraste de l'index avec le fond.

Quand on fait augmenter isolément chacune de ces variables, on constate une augmentation corrélative de l'étendue du champ, d'abord rapide, puis de plus en plus lente, pour devenir asymptotique.

Le maximum asymptotique varie selon la direction, mais la façon dont il est atteint varie aussi. Par

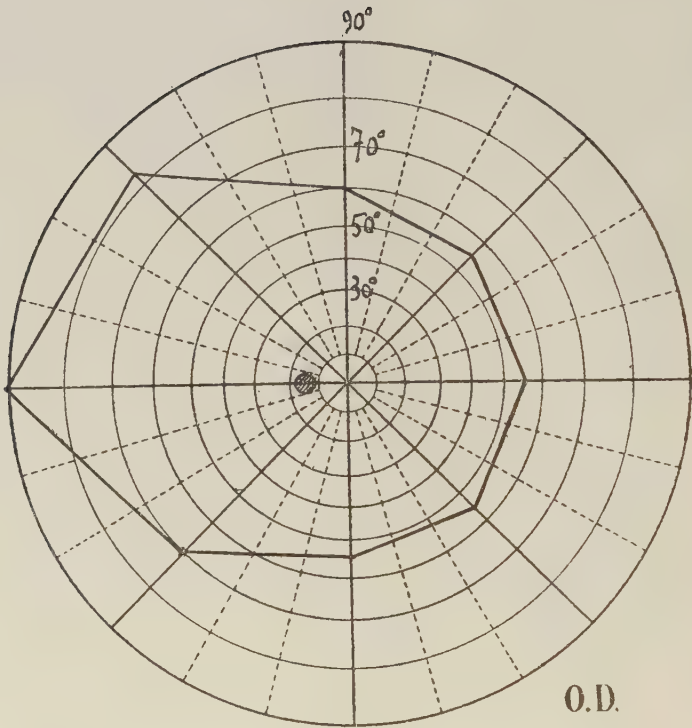


FIGURE 7

Moyenne des résultats obtenus par les auteurs classiques pour le champ visuel en lumière blanche. Projection stéréographique, œil droit. Champ moyen de 65°.

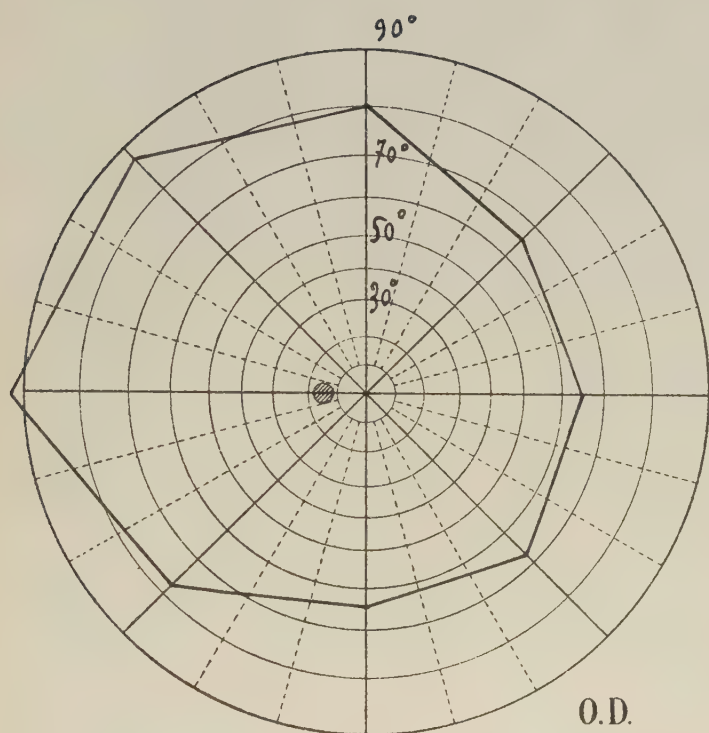


FIGURE 8

Moyenne des résultats obtenus en employant un index de 0,15 stilb., sur fond noir mat éclairé par 5 lux, et en faisant exécuter au sujet les rotations de la tête nécessaires pour réduire l'action de l'arcade orbitaire et de l'arête du nez. Projection stéréographique, œil droit. Champ moyen de 74°.

exemple, l'accroissement de brillance de l'index agit d'abord plus vite sur l'étendue temporale que sur l'étendue nasale du champ.

La moyenne des résultats classiques pour le champ blanc est représentée par la figure 7, la moyenne de nos propres résultats par la figure 8.

On peut aussi représenter ces moyennes par des nombres, qui sont les étendues respectives du champ dans huit directions radiaires, en commençant par la temporale, montant ensuite vers la supérieure, et continuant dans le même sens pour revenir au point de départ.

Moyennes classiques : 90° 83° 60° 55° 55° 55° 55° 70°

Moyennes personnelles : 91° 88° 79° 65° 64° 66° 63° 77°

Ainsi l'impression qui se dégage de toute *mesure du champ* est la *dissymétrie par rapport à la ligne de visée*.

Le principal élément de cette dissymétrie consiste en ce que l'observateur n'a pas tenu compte des *obstacles matériels* constitués par l'arcade sourcilière, ainsi que par le bout et la racine du nez. Un observateur adroit élimine une grande partie de ces obstacles en faisant tourner la tête du sujet autour de l'œil examiné, qui reste fixé vers le point milieu du périmètre. Moyennant cette précaution, on obtient des moyennes qui se rapprochent de nos chiffres personnels.

De l'appareillage pour la mesure du champ visuel clinique commun. — Le périmètre de modèle courant a un rayon de courbure de 28 centimètres environ, ce qui donne au degré d'arc une longueur d'environ quatre millimètres et demi. Il est désirable que la largeur du périmètre soit suffisante, de façon à ce que l'appareil constitue, à lui seul, une *partie du fond général d'adaptation* : disons que cette largeur ne doit pas être inférieure à 8 centimètres.

Le périmètre est peint en noir mat, et l'endroit destiné à la fixation est marqué par une pastille blanche d'une matière quelconque, et d'un diamètre angulaire d'environ 1°.

La mentonnière doit être constituée de façon à ce que l'œil examiné puisse être placé au centre de la sphère que décrit, dans sa rotation, l'arc du périmètre, quel que soit celui des deux yeux du sujet que l'on examine, et quelle que soit la dimension de la tête de celui-ci.

Toutefois, la *tête* du sujet *ne doit pas* être *immobilisée*, car il deviendrait impossible, dans ce cas, de lui faire exécuter les rotations indispensables, autour de l'œil restant fixe, pour que cet œil manifeste son champ maximum.

De l'adaptation. — Le plus mauvais parti que l'on puisse prendre à cet égard est l'obscurité totale du fond. Cette circonstance est, en effet, très rarement réalisée dans les conditions habituelles de

l'existence et, par surcroît, elle transforme au maximum toutes les fonctions visuelles, elle exige l'emploi d'un point de fixation très peu brillant, et interdit la surveillance de la fixation par l'observateur.

On se trouve bien, au contraire, d'*adapter* le sujet à un *éclairage général diffus* plutôt *faible* : disons qu'un luxmètre à cellule photoélectrique, placé sur la face concave du périmètre, doit marquer environ 5 lux, avec une tolérance de 2,5 lux en plus ou en moins.

On évitera, en outre, la présence dans la pièce où se fait l'examen de toute lumière à filament nu, ou la pénétration par les fenêtres de tout rayon de soleil, qui pourrait provoquer des reflets éblouissants.

Du contraste index-fond, et de la constitution de l'index. — D'après les travaux du laboratoire de Physique de la Faculté, on se met dans les meilleures conditions en utilisant un index mobile d'une brillance de *15 / 100 de stilb*, et d'un diamètre apparent de *0°40' environ*.

Dans ces conditions, et étant donné que le *fond noir mat* ne présente pas un éclaircissement supérieur à l'ordre de *5 lux*, comme il a été dit, le contraste index-fond est également celui qui rend le champ maximum. De plus, une erreur de 1 à 5 ou de 5 à 1 dans l'étalonnage de l'index resterait sans effet notable pour le champ. Il n'en serait pas de même si la brillance de l'index venait à croître de façon exces-

sive, ce qui introduirait des phénomènes de diffusion dans le limbe, dans le cristallin, et sur la rétine, au point de perturber toutes les mesures.

La brillance de 15/100 de stilb ne peut d'ailleurs pas être pratiquement réalisée autrement qu'à l'aide d'une petite lampe placée dans un tube, et éclairant une opaline par l'intermédiaire d'un miroir à 45°. L'étalonnage de la brillance de l'opaline a été fait, une fois pour toutes, en poussant ou tirant la lampe à l'intérieur du tube.

Placement et surveillance du sujet. Causes d'erreur variées. — a) Le centre optique de l'œil du sujet, qui est à 7 ou 8 millimètres du sommet cornéen, doit être sensiblement placé au centre de courbure de l'arc du périmètre. Le champ se déforme si l'œil s'écarte trop de cette position.

b) On n'oubliera jamais de supprimer les obstacles anatomiques qui réduisent le champ, et ce, en faisant tourner la tête du côté correspondant à la partie du champ que l'on veut examiner. C'est-à-dire que la tête sera tournée à gauche pour l'examen du champ nasal de l'œil droit, renversée pour l'examen du champ supérieur de l'un ou des deux yeux, etc. Pendant ces rotations, l'œil doit naturellement être immuablement dirigé vers le point de fixation : c'est la tête seule qui tourne autour de l'œil restant fixe.

Les champs obtenus ainsi avec rotation de la tête n'ont rien de commun avec les champs obtenus

sans cette précaution, qui cependant est à la fois logique et correspond aux conditions de la réalité.

c) *Les causes d'erreur psychologiques dominent de beaucoup toutes les autres.* Par exemple, on déplacera toujours l'index dans le sens centripète, pour ne pas faire intervenir les phénomènes de mémoire, qui agrandiraient le champ.

La vitesse de déplacement de l'index doit être assez faible pour que la réponse du sujet ne soit pas trop en retard sur la perception.

La fatigue sera évitée en prenant la mesure du champ dans un nombre fini de directions, par exemple, de 45° en 45°, ce qui fait en tout huit mesures.

On tiendra compte toujours de la mentalité du sujet. Les scrupuleux attendent, pour répondre, de voir le détail de la périphérie de l'index ; les imaginatifs en accusent la perception alors même qu'elle est matériellement impossible. On ne doit retenir comme valables que les champs des sujets assez intelligents pour comprendre ce qu'on leur demande. Au surplus, la constance de leurs réponses, au cours de deux examens consécutifs, ou plus ou moins éloignés, est une garantie de leur valeur.

III. CHAMP VISUEL CLINIQUE APPROFONDI. — Il est évidemment dans ce titre quelque chose de contradictoire. Si l'on veut, en effet, étudier non seulement les limites périphériques, mais la distribution, à l'intérieur du champ, de toutes les variétés de perceptions visuelles (sens lumineux brut, sens diffé-

rentiel, sens des formes) et cela pour le blanc et les couleurs, pour tous les états d'adaptation préalable, en fonction de toutes les variations que l'on peut donner à l'index (à ses dimensions, à sa brillance), et à tous les contrastes possibles entre l'index et le fond, l'étude cesse d'être clinique.

Autrement dit, elle cesse d'être exécutable en un temps raisonnable, à l'aide d'une instrumentation relativement simple. Elle devient indéfiniment longue. Elle redevient clinique, si l'on fait un choix arbitraire et restreint des paramètres des mesures, savoir principalement : des couleurs, de leur brillance, du contraste index-fond, de l'état initial d'adaptation.

Mais alors un autre terme convient mieux aux résultats obtenus. Par opposition au champ visuel clinique commun, qui représente les limites extrêmes de toute perception visuelle, la mesure étant conduite dans les conditions qui la rendent maximum dans l'espace, et que nous pourrions nommer avec les vieux auteurs *champ visuel absolu*, nous obtiendrons, en nous plaçant dans des conditions différentes de celles du maximum, un *champ visuel relatif* aux paramètres arbitrairement choisis.

Comme les conditions de la mesure sont régies par l'appareillage dont on dispose, le champ visuel devient relatif à un appareillage donné. Examinons successivement ces appareillages.

Adaptation poussée, fixation au moyen d'une pastille phosphorescente, index formé par un petit photomètre de Charpentier, étude du blanc et de trois

couleurs fondamentales obtenues par des solutions servant de filtres.

La fixation dans l'obscurité est obtenue à l'aide d'une pastille phosphorescente de sulfure de calcium, dont la brillance est insuffisante pour désadapter les parties voisines de la rétine. L'index est le verre dépoli d'un petit photoptomètre de Charpentier (2), mécaniquement mû le long de l'arc. Le diamètre de cet index est aisément changé au moyen de diaphragmes en contact avec lui, et sa brillance est réglable au moyen de l'œil de chat du système. La couleur de l'index peut être celle de la source (petite lampe à incandescence), ou au contraire le rouge, le vert, le bleu un peu violet obtenus à l'aide de petites cuves de Nagel interposées (12). L'inscription sur les schémas des points limites perceptibles se fait, dans l'obscurité, à l'aide d'une aiguille actionnée à volonté par l'opérateur ou le sujet.

Cette instrumentation a donné de bons résultats à un moment où elle était la seule un peu perfectionnée. Cependant, nous insistons sur ces faits : 1^o que l'adaptation poussée est une condition qui conviendrait mieux à la recherche d'un champ absolu ; 2^o que la fixation est impossible à surveiller par l'opérateur, dans l'obscurité ; 3^o que les couleurs sont prises, dans cette instrumentation, à l'état de multiples égaux de leur respectif minimum perceptible, ce qui ne répond plus guère aux habitudes de la photométrie moderne.

Instrumentation de Ferree et Rand. Périmètres à fond gris, index blanc ou coloré remplacé par un spot. Choix du contraste. — L'arc périmétrique est large, gris, éclairé par une lampe dite lumière du jour, de façon à lui donner une brillance de 5×10^{-4} stilb. C'est là une brillance correspondant aux circonstances de la vie ordinaire. La largeur de l'arc en fait une partie du fond d'adaptation.

Sur ce fond se meut un spot, projeté à l'aide d'une pièce spéciale dite pistolet, qui se trouve hors du champ du sujet, et permet de faire varier à volonté non seulement la place, mais le diamètre, la brillance, et la couleur du spot (à l'aide de verres filtrants).

La brillance du spot est, en principe 20×10^{-4} stilb, soit *quatre fois celle du fond*. Ce rapport est un peu faible pour l'emploi clinique courant, on peut facilement le rendre plus élevé en modifiant le régime de la lampe du pistolet.

Dans ces dernières années, on a pu voir dans les expositions et congrès un modèle de périmètre à fond gris construit par la firme Zeiss d'Iéna, et dont l'emploi doit être très satisfaisant. L'opérateur peut, avec cet appareil, agir à volonté sur toutes les variables du système. La fixation est assurée par une source minuscule. Le déplacement du spot et l'inscription sont automatiques, de sorte que l'opérateur est placé en arrière du sujet, dont l'attention ne risque en rien d'être altérée par les gestes de la personne qui l'examine.

CHAPITRE V

LE CHAMP DES AMÉTROPE

I. — Il est utile ici d'introduire la *notion de champ moyen*, recommandée par FERREE et RAND. On obtient le champ moyen en prenant la moyenne arithmétique entre les nombres qui désignent, en degrés, les étendues respectives du champ dans les différentes directions où il a été mesuré.

Par exemple, le champ moyen de l'œil *emmétrope*, d'après les auteurs *classiques* (cf. le II du chap. IV et la fig. 7), est 65°. Le champ moyen mesuré *par nous* selon la technique du maximum, décrite au II du chapitre IV, et représenté par la figure 8, est 74°.

Un changement de technique donne donc facilement une erreur de 9° représentant une erreur relative de plus de 10 %.

II. — Dans un travail de 1929 (7), FERREE et RAND donnent les nombres de 64° et 62° comme limites inférieures au-dessous desquelles ne doivent pas respectivement tomber les champs moyens de l'emmétrope et des hypermétropes d'une part, des

myopes et des presbytes d'autre part. sous peine de devoir être attribués à une cause pathologique supplémentaire.

Voilà donc seulement une différence de 2°, soit une variation relative de 2,5 % environ, entre les champs de sujets atteints des affections extrêmes de la réfraction et naturellement mesurés dans des conditions bien définies et constantes.

III. — La variation du champ liée à l'amétropie apparaît donc, d'après ce qui précède, comme bien inférieure à la variation liée à un changement de technique. Pour cette raison, nous répétons que la technique doit être bien définie et constante.

Mais il est bien entendu que l'on se propose ici d'examiner le champ visuel des amétropes en dehors de toute altération pathologique de la rétine.

Par conséquent, il est bien *difficile de choisir les sujets*. Une grande quantité de *myopes* de tous degrés présentent des lésions de *choriorétinite* auxquelles correspondent des rétrécissements ou des scotomes périphériques. La presque généralité des myopes ont un staphylome pré ou péricapillaire, qui accroît dans des proportions parfois énormes l'étendue de leur tache de Mariotte.

Les *hypermétropes*, ainsi qu'un grand nombre d'astigmatas, sont exempts en général de lésions rétinienues ophtalmoscopiquement constatables, mais leur rétine n'est pas nécessairement normale pour cela. On n'en retiendra pour preuve que l'*acuité*

visuelle souvent *réduite* de ces sujets, même après la correction la plus soignée, ou que l'*héméralopie* dont ils sont quelquefois atteints.

L'altération du champ visuel chez les amétropes n'est donc pas nécessairement due à des causes purement optiques, même lorsque la rétine semble objectivement intacte. Elle peut être liée à une modification fonctionnelle de la rétine, ou à une lésion anatomique que nous ne savons pas lire. Elle est, en tout cas, en rapport avec une anomalie de structure, portant sur les courbures des dioptries, ou sur la longueur du globe, et constituant proprement l'amétropie.

Pour ces raisons, les variations du champ chez les amétropes sont très difficiles à interpréter. Il nous semble nécessaire de *déblayer* d'abord la question au moyen du *raisonnement*, et du calcul si faire se peut. *Ensuite*, on fera mieux la part, dans les *observations cliniques*, de ce qui revient en propre à l'amétropie, de ce qui revient à la rétine, et de ce qui revient aux erreurs banales.

IV. — Les publications de FERREE et RAND, entre 1922 et 1938, ont eu pour effet principal de montrer les *difficultés d'interprétation des champs colorés*. A cet égard d'ailleurs, elles ne marquent pas grand progrès sur les connaissances bien plus anciennes, notamment exposées en France dans la thèse de DUBOYS DE LAVIGERIE (1880) (3), dans le Traité de WECKER et LANDOLT (1880) (18), et plus

tard dans l'*Encyclopédie Française d'Ophtalmologie* (t. III, 1904).

Ces difficultés d'interprétation, liées à une extrême sensibilité de la méthode, diminueront toutefois avec l'*instrumentation de Zeiss*, permettant de préciser les paramètres de l'expérience, et par conséquent, de lui donner une signification plus fidèle.

Toutefois, pour n'anticiper en rien sur des techniques dont l'*instrumentation* nous est encore refusée, nous nous en sommes tenus, dans les observations, à la technique décrite au chapitre IV pour la lumière blanche, beaucoup plus précise que les techniques couramment employées dans la clinique jusqu'à présent, et qui constitue un moyen terme entre l'indétermination des variables, et l'expérience mettant en jeu un nombre trop grand de variables même connues.

V. — Les conditions générales de la technique du maximum ayant été précisées, du côté de l'*instrumentation*, il reste à prévoir, du côté du sujet, l'*influence du diamètre pupillaire*. En raison de la très faible distance entre la pupille d'entrée et la lucarne de champ de l'œil (fig. 3), les variations de la pupille d'entrée n'ont que peu d'influence sur le champ optique total.

Par contre, elles ont une grande *action sur l'éclairement des images*, formées par l'œil de tout point-objet. Cet éclairement varie comme le flux admis dans l'œil, c'est-à-dire comme l'ouverture pupil-

laire, c'est-à-dire comme le carré du rayon de la pupille.

La proposition vaut évidemment pour les images rétiniennes, chez l'emmétrope ou chez l'hypermétrope accommodant ; elle vaut encore pour les taches de diffusion rétiniennes, chez le myope ou chez l'hypermétrope n'accommodant pas.

Il est donc recommandé de prendre le champ des amétropes avec des pupilles comparables. La condition est quelquefois réalisée automatiquement par le fond d'adaptation constant qui sert à toutes les mesures. Dans les cas contraires, on peut *dilater à volonté*, doucement et progressivement, avec la solution d'éphédrine à 3 %, dont l'effet est plus lent, mais moins inutilement prolongé, que celui du sulfate d'atropine classique.

La façon la plus simple de procéder à cette pupillométrie préalable consiste à comparer la pupille d'entrée du sujet à l'un des trous de la filière Charrière pour les sondes uréthrales ; la progression entre ces trous est assez serrée.

VI. — Les observations originales données ici ont été prises, avec tout le soin possible, à l'occasion d'un travail sur le champ par la méthode du maximum. La réfraction de tous les sujets avait été préalablement examinée, avec l'étude de leur acuité et de leur aspect ophtalmoscopique. Parmi toutes les observations prises, on en a conservé seulement

cinq, suffisamment explicitées par les légendes des figures 9 à 13.

Les observations choisies sont celles de sujets atteints d'*amétropies variées*, mais *n'ayant jamais présenté* éventuellement d'autre *lésion ophtalmoscopique* que le staphylome myopique plus ou moins accentué. Il aurait été facile de prendre dans notre collection un nombre 4, 10 ou 20 fois supérieur d'observations : les conclusions n'auraient pas été différentes.

VII. — Les auteurs recommandent de *corriger* les sujets amétropes pour prendre leur champ visuel. Cette précaution, facile quand il s'agit d'étudier l'intérieur du champ, semble *inutile et même nuisible* pour les parties périphériques.

En effet, pour ces dernières, le bord du verre correcteur, ainsi que le drageoir qui sert éventuellement à le retenir, sont bien en deçà des limites du champ. Ces dernières sont vues par le sujet à l'œil nu, alors que la ligne unissant son centre optique à l'index animé d'un mouvement centripète n'a pas encore atteint le bord du verre ou le drageoir.

Nous n'avons donc pas corrigé les amétropes pour mesurer leur champ. On élimine ainsi des erreurs grossières dues au bord du verre. Par contre, cette façon de faire substitue, chez les amétropes non compensés par l'accommodation, à une image rétinienne petite et bien éclairée, une tache de diffusion rétinienne plus grande, et moins bien éclairée.

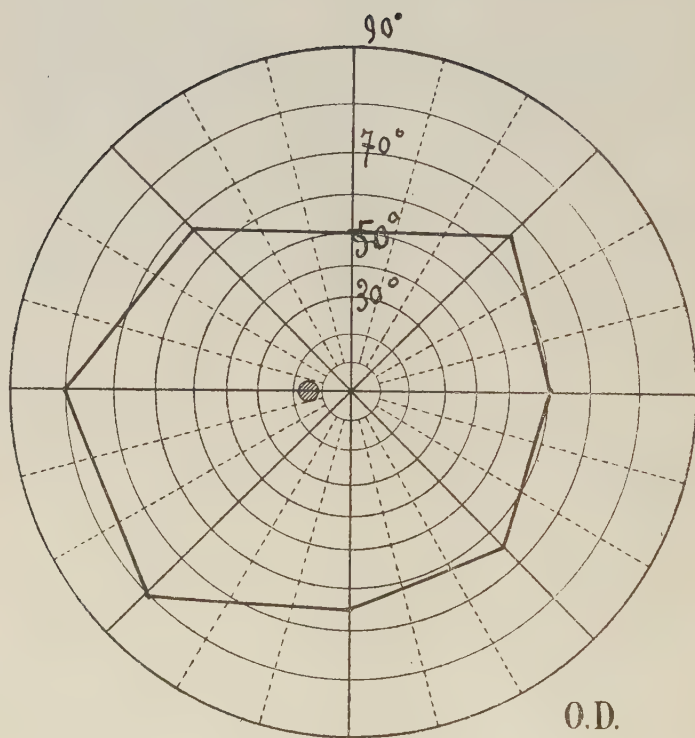


FIGURE 9

M. H., 52 ans. Myopie de 7 dioptries. $V = 1$. Champ moyen de 66°.

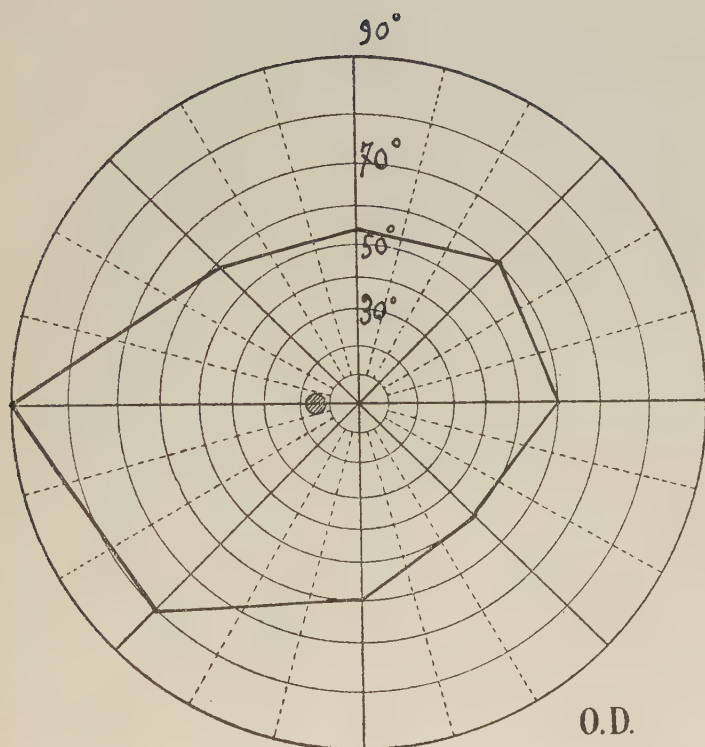


FIGURE 10

M. J., 54 ans. Myopie avec léger astigmatisme. V (— 0,25 hor) — 1 = 1.
 Champ moyen de 64°.

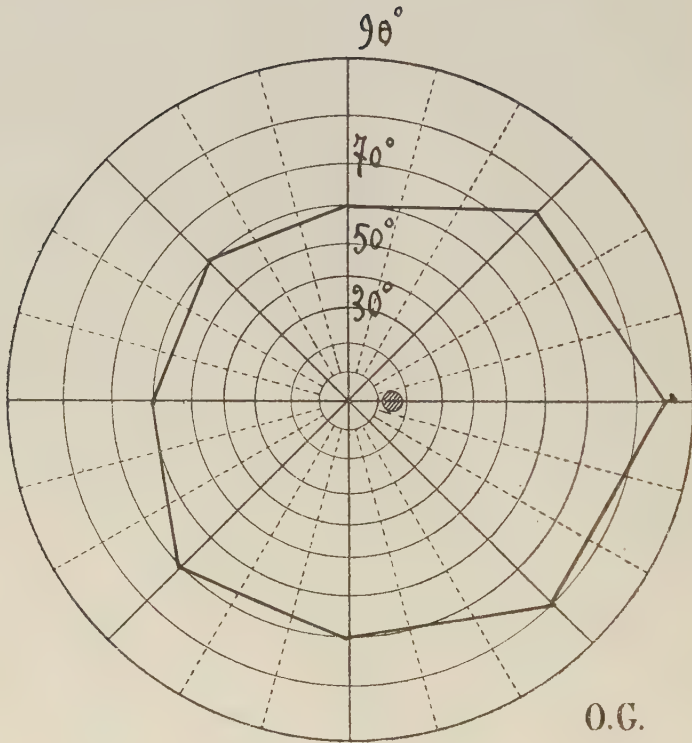


FIGURE 11

M. S., 53 ans. Légère myopie avec très léger astigmatisme. V (— 0,25 à 50°) — 0,5 = 1. Champ moyen de 68°.

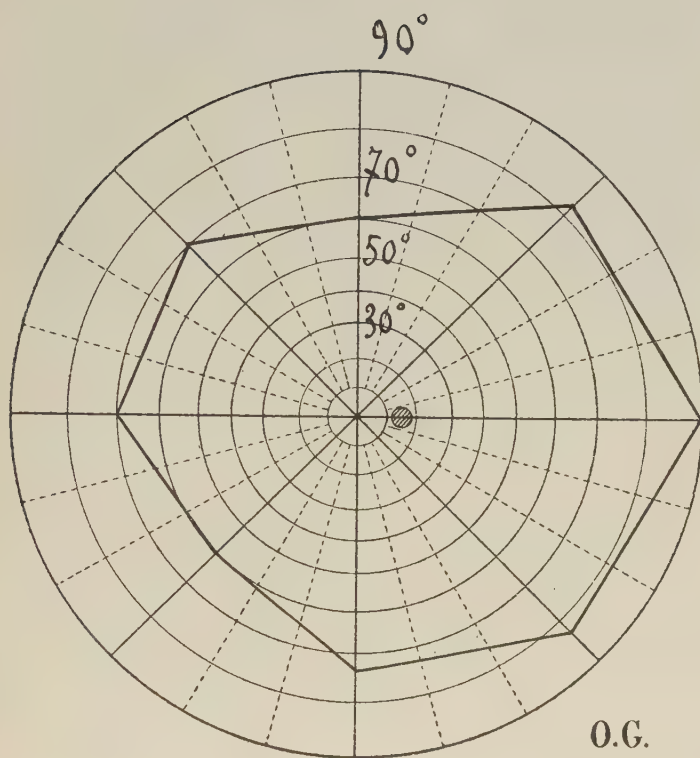


FIGURE 12

M. M., 16 ans. Myopie de 2 dioptries. $V = 1$. Champ moyen de 72° .

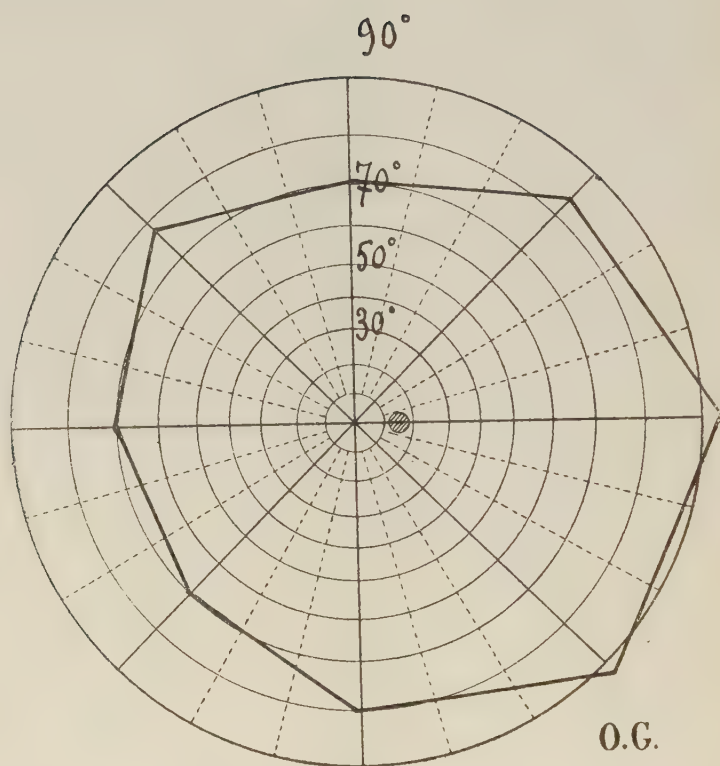


FIGURE 13

M. O., 26 ans. Astigmatisme hypermétropique composé. V (— 1 hor)
 $+ 3 = 0,8$. Champ moyen de 79°.

L'éclairement est d'autant plus faible que l'amétropie est moins bien compensée.

Les conditions de l'expérience ne peuvent donc plus être comparées d'un sujet à l'autre, si l'on a employé des méthodes comportant un index de trop faible brillance, avec un contraste insuffisant sur le fond. Au contraire, la *méthode du maximum que nous avons exclusivement appliquée*, tolère des erreurs de brillance allant de 1 à 5 ou de 5 à 1, pour le diamètre utilisé d'index. Elle tolère donc des éclairéments rétiens variables dans le même rapport, d'autant plus que les erreurs ainsi introduites sont compensées par des variations contraires de l'aire des images rétiennes.

VIII. — Les figures 9, 10, 11, 12 illustrent des cas de myopie variés, allant de 0,5 à 7 dioptries. Les champs moyens varient entre 64 et 72, toujours inférieurs au champ moyen type de 74°, obtenu chez l'emmetrope par la même technique.

Toutefois, la réduction du champ n'est pas nécessairement liée au degré de la myopie, puisque le champ de la figure 10 (64°) appartient à un myope de 1 dioptrie, alors que les champs des figures 9 et 11 (66° et 68°) appartiennent respectivement à des myopes de 7 et de 0,5 dioptries. Le sujet de la figure 12, dont la myopie est 2 dioptries, présente un champ de 72° : il est vrai qu'il est le plus jeune de la collection.

Par contre, le sujet de la figure 13, pris au hasard parmi d'autres observations analogues, accuse un champ moyen de 79° , malgré son hypermétropie compliquée d'astigmatisme.

CONCLUSIONS

I. — Le champ visuel des amétropes n'est pas très différent de celui des emmétropes, en valeur absolue, et tant que n'interviennent pas de lésions rétiniennes.

Aussi ne sera-t-on pas surpris que la plus longue partie du présent travail s'applique aux emmétropes. Si nous n'avions pas cherché à *rajeunir* et à *préciser* la *technique* de mesure du *champ* des *emmétropes*, il aurait été impossible de traiter du champ des amétropes.

Pour la rajeunir, il nous a suffi d'exhumer des travaux anciens et excellents, mais oubliés. Pour la préciser, nous l'avons rattachée à la théorie générale du champ des systèmes optiques, à l'aide d'une *instrumentation nouvelle et appropriée*.

II. — Cette instrumentation comporte un index self-lumineux de brillance égale à 0,15 stilb, d'un diamètre apparent de $0^{\circ}45'$, mû sur un fond noir

mat éclairé par 5 lux. Le placement du sujet, a constance de l'ouverture pupillaire, font l'objet du plus grand soin.

Dans ces conditions, on obtient les limites maxima du champ périphérique, si l'on a par surcroît veillé à donner à la tête du sujet les rotations indispensables pour que, l'œil restant fixe, l'action des parties osseuses de la face soit éliminée.

III. — L'étalonnage ci-dessus précité tolère une erreur de 1 à 5 ou de 5 à 1, sans que le champ cesse d'être sensiblement maximum.

De même, si l'étalonnage est fait sans erreur trop forte, la non-correction de l'amétropie ne fausse pas la mesure du champ, car la diminution d'éclairement sur la rétine n'excède alors pas celle qui résulte, chez un emmétrope, d'un mauvais étalonnage de l'index, et se trouve d'ailleurs compensée par l'étalement de la lumière sur la rétine.

On se place dans des conditions encore préférables en utilisant des arcs périmétriques de rayons variés. Pour la myopie, le rayon de l'arc serait, en principe, égal à la distance entre le remotum et l'œil.

IV. — On a naturellement éliminé tous les amétropes porteurs de lésions rétiniennes, à l'exception des staphylomes pré ou péri-papillaires ; et de même les amétropes dont l'acuité après correction n'atteint pas 0,8 et ceux qui présentent de l'héméralopie.

Dans ces conditions, les myopes présentent les

champs les plus étroits, et les hypermétropes les champs les plus étendus. De faibles astigmatismes (n'excédant pas le $\frac{1}{3}$ de l'amétropie sphérique) n'interviennent pas dans ces conclusions.

V. — L'interprétation des résultats semble délicate, d'autant plus qu'il est souvent impossible, en face d'une amétropie donnée, de faire la part des variations de courbure des dioptries, et celle des variations de l'axe du globe.

Dans les cas supposés purement axiaux notamment, l'état de réfraction à la périphérie (celui dont précisément dépendent les limites périphériques du champ), peut être l'emmétropie, ou une amétropie contraire à celle de la vision directe.

VI. — Les erreurs d'origine psychologique ont toujours une grande importance, d'un ordre égal ou supérieur à celui des variations recherchées.

Il est souhaitable, dans l'avenir, que le champ visuel des amétropes puisse être étudié selon la méthode du maximum, employée dans ce travail. Il serait encore préférable qu'il fût mesuré relativement à certaines couleurs, à certains contrastes définis.

Une telle technique éliminerait beaucoup de sujets incapables de fournir des réponses correctes. De plus, elle semble propre à avancer la connaissance des états fonctionnels de la rétine liés à l'amétropie, mais ophtalmoscopiquement latents.

Car il faut bien dire, pour terminer, que la variation du champ liée à l'amétropie seule, c'est-à-dire au système optique, est presque du deuxième ordre de grandeur par rapport à la variation liée à l'état fonctionnel de la rétine.

VU : *Le Doyen,*
A. BAUDOUIN.

VU : *Le Président de Thèse,*
A. STROHL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Directeur de l'Ecole Normale Supérieure
chargé des fonctions de
Recteur de l'Académie de Paris,
CARCOPINO.

BIBLIOGRAPHIE

1. BROCA (A.). — *Leçons d'Optique physiologique*, recueillies par A. ARNULF, 1923. Ed. de la Revue d'Optique [théorique et expérimentale].
2. CHARPENTIER. (A.). — *La lumière et les couleurs*. Baillière et fils, 1888, p. 122.
3. DUBOYS DE LAVIGERIE. — *Le champ visuel et sa valeur clinique*. Thèse de Paris, 1886.
4. DRUAULT (A.). — Art. *Rétine* dans *Traité d'Anatomie humaine* de POIRIER et CHARPY, T. V, fasc. 2, 1904.
5. *Encyclopédie française d'Ophtalmologie*. Doin, 1904, t. III, p. 748.
6. *Encyclopédie française d'Ophtalmologie*. Doin, 1904, t. III, p. 1555 et 156.
7. FERREE et RAND. — *Am. J. of Ophth.*, XII, 1929, p. 269-285 et 658 664.
8. FERREE et RAND. — *Am. J. of Ophth.*, 1933, p. 577-591.
9. FRIED. — *Z. f. Aug.*, 87, 1935, p. 284.
10. HELMHOLTZ. — *Optique physiologique*. Trad. Française, Masson, 1862, p. 705-721.
11. LEMOINE (J.). — *Précis de Physique*, t. I, p. 123, Vuibert éd., 1923.
12. NAGEL (W.). — *Weber Strahlenfilter Biologisches Centralblatt*, XVIII, n° 17, 1898.
13. ROCHON DU VIGNEAUD (A.). — *Précis iconographique d'anatomie normale de l'œil*, Paris, 1895.
14. ROCHON DU VIGNEAUD (A.). — *Ann. d'Oc.*, t. CLIX, août 1922, p. 561-570.

15. ROCHON DUVIGNEAUD (A.), BOURDELLE (E.) et DUBAR (J.).
— *C. R. As. Sc.*, t. CLXXXI, p. 145. Séance du 20 juillet 1925.
16. SCHULTZE (Max.). — *Arch. f. mikr. Anat.*, 1866 à 1871.
17. TERRIEN (Félix). — *La rétine ciliaire*. Thèse de Paris, 1898.
18. *Traité d'Ophtalmologie* de Wecker et Landolt, Delahaye et Lecrosnier, t. I, 1880, p. 647-650.
19. *Traité d'Ophtalmologie*. Masson, 1939, t. II, p. 366.
20. *Traité d'Ophtalmologie*. Masson, 1939, t. II, p. 342-343.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I. — Diaphragmes, ouverture et champ des systèmes optiques en général.....	4
CHAPITRE II. — Champ du système optique de l'œil..	9
CHAPITRE III. — Champ de l'appareil récepteur.....	26
CHAPITRE IV. — Champ visuel clinique	31
CHAPITRE V. — Le champ des amétropes	44
CONCLUSIONS	57
BIBLIOGRAPHIE	61

